



**Tecnológico
de Monterrey**

Reflexión

Oscar Jahir Valdés Caballero – A01638923 – ITC

Análisis y Diseño de Algoritmos Avanzados

Gpo 603

26 de noviembre de 2022

Profesor Adan Octavio Ruiz Martínez (adan.ruiz@tec.mx)

Durante la pandemia del COVID-19, los servicios de telecomunicaciones tuvieron que adaptarse a las nuevas necesidades de las personas. Los proveedores de internet (ISPs en inglés) tuvieron que realizar análisis de su infraestructura y su operación con el fin de garantizar un servicio estable y seguro para sus usuarios. Un ser humano puede realizar esta clase de análisis en redes pequeñas, pero en la realidad las redes son de tamaños enormes, por lo que se requieren algoritmos computacionales eficientes capaces de procesar grandes cantidades de información.

Estos problemas se encuentran estrechamente relacionados con los grafos, los cuales son estructuras que conectan datos que mantienen alguna relación entre sí. Entre los algoritmos y problemas más comunes se encuentran el Minimum Spanning Tree (MST), Travelling Salesman Problem (TSP), Flujo Máximo y Convex Hull. Estos problemas pueden tener muchas interpretaciones en contextos diferentes, a continuación detallo su rol en el escenario de los ISPs.

1. MST

- a. Es un árbol compuesto que contiene todos los nodos del grafo y un subset de los enlaces.
- b. No contiene ciclos
- c. Es el árbol con dichas características que minimiza el valor de la suma de los pesos de sus enlaces.
- d. Si el ISP debe formar una red de hogares o colonias y unirlos, este algoritmo puede encontrar la forma de minimizar los costos asociados al material.
- e. Su funcionamiento (Kruskal) requiere ordenar los enlaces de menor a mayor costo, lo cual requiere un costo de $O(E \cdot \log(E))$ para E : número de enlaces.
- f. Posteriormente se itera a través de los enlaces, añadiendo todos aquellos que no formen ciclos hasta haber visitado todos los nodos. Este ciclo es de complejidad lineal respecto a los enlaces.
- g. La complejidad total es $O(E) + O(E \cdot \log(E)) = O(E \cdot \log(E))$ para E : número de enlaces.

2. TSP

- a. Es un recorrido que pasa por cada nodo exactamente una vez y termina en el mismo nodo en el cual empieza (un ciclo).
- b. Es el ciclo con el menor costo posible.
- c. Este problema es uno de los más conocidos por su relación con uno de los problemas del milenio de las matemáticas (i.e. P vs NP). Esto último debido a que pertenece a la clase de problemas NP-Hard (NP difíciles), lo que quiere decir que no se puede resolver en un tiempo polinomial. Su solución requiere un poder computacional que crece de manera exponencial con el tamaño del input. En general, la mejor solución tiene una complejidad de $O(V^2 \cdot 2^V)$ para V : número de nodos

(Dynamic Programming), por lo que se suelen usar algoritmos que se aproximen a la solución sin ser exactos (heurísticas).

- d. En este escenario nos permite encontrar la ruta más corta para que un representante del ISP visite todos los hogares o pueblos.

3. Flujo máximo

- a. Es el valor que representa el flujo máximo entre dos nodos, siendo posible tomar más de un camino de manera simultánea.
- b. En este caso puede representar el valor de la información máxima que pueden intercambiar dos hogares o pueblos de manera simultánea.
- c. El algoritmo escogido se denomina Ford-Fulkerson.
- d. Tiene una complejidad de tiempo $O(V \cdot E^2)$ para E: número de enlaces y V: número de vértices (hogares o pueblos).

4. Convex Hull

- a. Este problema nos permite formar el polígono de menor área que contenga un set de puntos.
- b. Uno de los algoritmos más utilizados es el de Graham Scan, debido a su eficiencia.
- c. Su complejidad de tiempo es $O(V \cdot \log(V))$ para V: número de vértices.
- d. Esto último se debe a que uno de los pasos necesarios es ordenar los vértices por el ángulo que forman respecto a un pivote y no hay ciclos anidados.
- e. En este escenario nos ayuda a encontrar el área mínima de cobertura necesaria para la red del ISP.

Esta situación nos muestra la gran variedad de problemas relacionados a grafos y como sus implementaciones pueden tener usos muy flexibles. La importancia de hacer algoritmos eficientes aumenta a la vez que la información disponible lo hace y en la actualidad esto se ha vuelto muy relevante debido al internet de las cosas, el hecho de que las personas tienen múltiples dispositivos y a que en el internet se forman cada vez más vínculos entre sitios diferentes hosteados por servidores en todo el mundo.